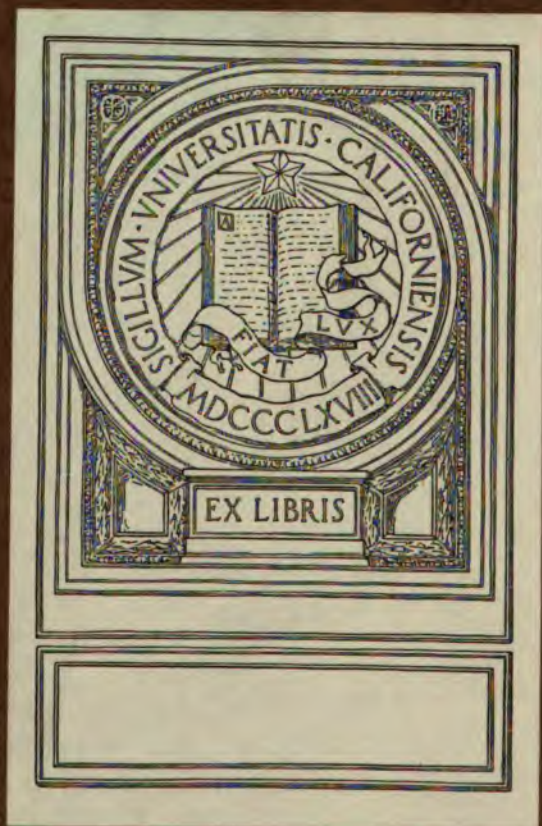



SIGILLVM · VNIVERSITATIS · CALIFORNIENSIS
FIAT
LVX
MDCCCLXVIII
EX LIBRIS

EXPOSITION UNIVERSELLE DE SAINT-LOUIS
1904

ROYAUME DE BELGIQUE

MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE ET DU TRAVAIL

ADMINISTRATION DES MINES

LE SERVICE DES ACCIDENTS MINIERS ET DU GRISOU ET LE SIÈGE D'EXPÉRIENCES DE L'ADMINISTRATION DES MINES A FRAMERIES

PAR

VICTOR WATTEYNE
Ingénieur en chef Directeur à l'Administration centrale
des Mines, à Bruxelles.
Directeur du Service des accidents miniers et du grisou.

BRUXELLES
IMPRIMERIE L. NARCISSE
4 et 4*a*, rue du Presbytère

1904

EXPOSITION UNIVERSELLE SAINT-LOUIS
1904

ROYAUME DE BELGIQUE

MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE ET DU TRAVAIL

ADMINISTRATION DES MINES

LE SERVICE DES ACCIDENTS MINIERS ET DU GRISOU ET LE SIÈGE D'EXPÉRIENCES DE L'ADMINISTRATION DES MINES A FRAMERIES

PAR

VICTOR WATTEYNE
Ingénieur en chef Directeur à l'Administration centrale des Mines, à Bruxelles.
Directeur du Service des accidents miniers et du grisou.

Le Service des Accidents miniers et du grisou a pour mission l'étude spéciale des accidents en vue de la recherche des moyens d'en prévenir le retour.

Les accidents miniers sont, en Belgique, l'objet d'investigations très complètes de la part du Corps des Mines. Tout d'abord il est procédé par les soins de l'Ingénieur du district, assisté, quand l'accident a une importance exceptionnelle, par l'Ingénieur principal de l'arrondissement, à

une enquête au cours de laquelle les lieux sont visités et tous les témoins de l'accident entendus. Procès-verbal et rapports sont dressés de ces constatations.

L'Ingénieur principal de l'arrondissement, s'il n'a déjà lui-même collaboré à l'enquête, étudie ces documents, en fait un résumé, et le tout est soumis à l'examen de tous les Ingénieurs de l'arrondissement réunis chaque semaine en un comité technique. Pendant ces séances de comité, chacun des Ingénieurs présente les observations qu'il juge opportunes, et signale, le cas échéant, les perfectionnements qu'il a vu appliquer ailleurs ou qu'il a imaginés, et qui lui paraissent susceptibles d'améliorer les conditions de la mine. Procès-verbal est dressé de cette séance par l'Ingénieur principal.

L'Ingénieur en chef Directeur de l'arrondissement examine spécialement ces documents et formule ses observations, tant sous le rapport des suites judiciaires éventuelles que sous celui des mesures à prendre pour éviter le retour de ces tristes événements. L'Inspecteur général examine à son tour le dossier et formule ses observations dans le même ordre d'idées.

Cela fait, d'une part le procès-verbal, avec les avis des autorités administratives, est transmis au pouvoir judiciaire, d'autre part tout le dossier, avec copie conforme du procès-verbal, est transmis au Ministère de l'Industrie et du Travail, où siège le Service spécial des Accidents miniers et du grisou.

Celui-ci possède donc, pour chacun des accidents, un dossier complet et dispose ainsi d'une véritable mine de documents concernant les dangers auxquels sont exposés les ouvriers.

Mais il ne suffit pas que ces documents existent, il importe de les porter à la connaissance des personnes à qui incombe le soin de veiller à la sécurité des ouvriers,

aux Ingénieurs du Corps des Mines et aux Directeurs et Ingénieurs des Exploitations minières.

C'est ce que le Service des accidents miniers et du grisou a entrepris de faire en étudiant à part les diverses catégories d'accidents, en recherchant quels sont, tant en Belgique que dans les autres pays, les moyens imaginés pour les éviter, et le cas échéant, en en proposant d'autres, que l'étude des accidents aura pu lui suggérer.

Quelques-unes de ces études ont déjà été publiées; ce sont d'abord : *Les inflammations de grisou dans les mines de houille de Belgique* et *Les dégagements instantanés de grisou*, par notre prédécesseur feu l'Ingénieur en chef Roberti-Lintermans. Plus récemment, *Les accidents survenus dans les puits* (Watteyne) et *Les Accidents survenus dans les cheminées d'exploitation* (Watteyne et Denoël). Nous avons abordé dans ces derniers temps une catégorie très importante d'accidents et dont l'étude est des plus instructives; c'est celle des *Plans inclinés*. L'étude de la catégorie la plus meurtrière de toutes, celle des *Eboulements*, viendra ensuite.

La première des études mentionnées plus haut ayant mis en lumière ce fait, déjà reconnu d'ailleurs, que l'emploi des explosifs était de beaucoup la cause principale des inflammations de grisou, M. le Directeur général des Mines Arnould nous avait chargé, en 1894, de dresser la statistique de cet emploi dans les mines de houille de Belgique.

Cette statistique, que nous avons continuée pour les années suivantes, lorsque la Direction du Service des Accidents miniers nous a été confiée, et que nous avons publiée soit seul, soit en colloboration avec M. l'Ingénieur Denoël [1], nous a donné l'occasion d'étudier de plus près

(1) Ces statistiques ont été dressées jusqu'ici pour les années 1888, 1893, 1894, 1895, 1897, 1898, 1899 et 1901 et continuent à l'être de deux en deux ans.

les moyens de réduire dans la mesure du possible l'emploi de ces dangereux auxiliaires et d'approfondir l'importante questions des *Explosifs de sûreté*.

Cette dernière question comportait plus que des études théoriques. Des études expérimentales s'imposaient, de même d'ailleurs que pour l'éclairage des mines, où des perfectionnements récents attendaient la sanction de l'expérience.

Ayant obtenu, d'une part du Gouvernement belge le crédit nécessaire et l'adjonction d'un collaborateur spécial, M. l'Ingénieur principal Stassart, d'autre part l'aide de la Compagnie des Charbonnages belges dirigée par M. Isaac, qui a bien voulu mettre à notre disposition les réservoirs de grisou que renferment ses travaux d'exploitation, nous nous sommes mis à l'œuvre et nous avons installé l'an dernier le Siège d'expériences de Frameries dont le but, les dispositions principales et les résultats acquis jusqu'ici sont indiqués dans les pages qui vont suivre.

Mais auparavant nous croyons devoir mentionner un autre genre d'expériences auquel le service du grisou s'est livré au début de son institution et alors qu'il était dirigé par M. l'Ingénieur principal Schorn.

Les résultats de ces expériences ont été publiés, en 1887, sous le titre : *Premières Recherches et Expériences* (Schorn, Watteyne et Macquet). Elles ont porté notamment sur la pression des gaz et leur répartition dans les couches très grisouteuses :

Tandis que d'une part notre collègue M. Macquet procédait au charbonnage de Beaulieusart à des essais fort intéressants sur les variations de pression que les dégagements instantanés amènent dans les massifs de charbon voisins, nous recherchions, avec M. Soupart, au charbonnage de Belle-Vue (Ouest de Mons), qu'elle était cette pression dans les tailles en exploitation et dans les couches

non encore mises à nu. C'est dans ce dernier cas que nous avons trouvé les pressions les plus élevées; elles ont atteint le chiffre énorme de 42 1/2 atmosphères (625 livres par pouce carré) dans la couche Mouton, à la profondeur de 670 mètres.

Ces expériences, destinées à jeter quelque lumière sur la question toujours un peu obscure des dégagements instantanés, pourront être reprises un jour quand nos recherches les plus urgentes sur les lampes de sûreté et sur les explosifs seront terminées.

Revenons à notre station d'essais.

Nous ne pouvons naturellement donner, dans cette courte notice, qu'un aperçu simplifié des importantes questions auxquelles se rapportent nos expériences, nous en référant pour plus de développements et pour des détails plus techniques aux travaux que nous avons, soit seul soit en collaboration avec MM. Stassart et Denoël, publiés précédemment sur ce sujet (1).

Le tableau exposé dans le compartiment belge donne quelques vues photographiques de l'installation.

(1) Voir notamment les diverses notes que nous avons publiées depuis 1896, dans les *Annales des Mines de Belgique*, sur la question des Explosifs, ainsi que le travail que nous avons présenté au Congrès des mines et de métallurgie, à Paris, en 1900, et qui a été publié dans le *Bulletin de l'Industrie minérale*.

Le Siège d'Expériences de Frameries

—

I. — **But et raison d'être de l'installation.**

Bien que le siège d'expériences de Frameries ait été établi pour permettre l'étude de tout ce qui concerne les explosions dans les mines et des diverses questions relatives au grisou et aux poussières de charbon, problèmes multiples qui seront abordés successivement, le but de nos travaux *actuels* peut se résumer en la formule suivante : L'étude des moyens à employer pour combattre les *causes d'inflammation* du grisou et des poussières dans les mines de houille.

Ces causes, abstraction faite de quelques cas exceptionnels, sont au nombre de deux, que nous citons par ordre d'importance : l'emploi des *explosifs* et l'emploi des *appareils d'éclairage*.

Les Explosifs.

L'emploi des explosifs est, et surtout était, la cause principale de danger d'explosion dans les mines; c'est elle qui avant 1890, c'est-à-dire avant la généralisation de l'usage des explosifs de sûreté et avant qu'on eût, par divers moyens, réduit au minimum l'emploi des explosifs de toute nature, a provoqué les catastrophes de beaucoup les plus nombreuses et les plus meurtrières. Dans la période décennale 1880-1889, le nombre de victimes des inflammations dues à l'emploi des explosifs atteignait 90 °/₀ du nombre total des victimes des explosions minières.

On peut se demander quelle est la raison d'être d'une telle prépondérance, étant donné que le nombre de *flammes* introduites dans les mines par les appareils d'éclairage est bien plus considérable que le nombre de mines tirées.

Il serait trop long d'examiner ici en détail les causes du plus grand danger des explosifs; en voici cependant, en deux mots, les principales : D'une part, les lampes de sûreté, quoique perfectibles encore comme nous le verrons, ont acquis, depuis longtemps déjà, un degré de sûreté assez grand ; d'autre part, la flamme d'une lampe même découverte ne peut mettre le feu à un mélange grisouteux que si celui-ci a une teneur en grisou assez élevée, soit 6 1/2 à 7 °/o, teneur que l'aspect de la flamme annonce d'une façon bien manifeste longtemps auparavant; elle ne peut non plus allumer un mélange poussièreux; il en est tout autrement des flammes violentes dues à l'explosion des mines; celles-ci en effet, non seulement sont susceptibles, par l'ébranlement qu'elles provoquent dans l'atmosphère des travaux, d'amener sur le point dangereux des afflux insoupçonnés de grisou, mais elles peuvent allumer des nuages de poussières soulevées par cet ébranlement même et causer ainsi de terribles catastrophes, alors qu'on pouvait, par suite de l'absence visible de grisou, se croire presque en sûreté.

Notons que les efforts que l'on a faits après 1887, à la suite de désastreuses explosions, pour atténuer les dangers des explosifs, ont amené une réduction très sensible du nombre de victimes des coups de feu. C'est ainsi que pendant la période décennale suivante, de 1890 à 1899, malgré l'effroyable accident d'Anderlues qui, en 1892, a fait 160 victimes, le nombre total des tués par les explosions minières en Belgique a été réduit à 258, de 455 qu'il avait été précédemment, la proportion des victimes des inflammations dues à l'emploi des explosifs étant tombée à 23 °/o.

Un tel résultat était trop encourageant pour qu'on ne persistât pas dans la même voie; et le but de nos expériences est précisément de rechercher, sinon des explosifs

de sûreté absolue, — il n'y en a pas et il ne semble pas pouvoir en exister, — mais des explosifs d'une sûreté relative assez grande pour atténuer dans une large mesure les causes de danger, qu'on ne pourrait écarter absolument qu'en supprimant l'emploi de cet auxiliaire.

C'est il y a une quinzaine d'années qu'a pris naissance la question des explosifs de sûreté. Depuis quelque temps déjà on s'ingéniait à rechercher les moyens de rendre moins dangereuses les flammes dues au tir des mines : On a eu recours à l'eau, dont on entourait l'explosif et qui, pulvérisée par l'explosion, éteignait les flammes au moment de leur production ; de là les cartouches Abel et Settle, les bourrages à la mousse mouillée, à l'eau gélatinisée, etc. Ces moyens ont eu une vogue éphémère ; les difficultés pratiques et le peu de sûreté de leur emploi y ont fait renoncer.

L'emploi de l'eau a conduit à l'idée d'incorporer dans l'explosif lui-même des matières solides contenant beaucoup d'eau d'hydratation et qui, se décomposant par la chaleur due à l'explosion elle-même, devaient, supposait-on, agir comme l'eau libre des procédés antérieurs. Les explosifs de sûreté connus sous les noms de *Wetter-dynamites* et de *Grisoutites*, et sous d'autres noms encore adoptés par les fabricants, sont des explosifs de ce genre.

Mais presqu'à la même époque les recherches se sont portées vers la fabrication d'explosifs dont la composition était telle que leur *température de détonation*, calculée d après les données de la thermochimie, fût assez basse pour qu'elle ne provoquât pas l'inflammation du grisou ou des poussières charbonneuses.

Les très remarquables travaux de la Commission française du grisou, publiés en 1888, ont été poussés dans cette voie; on peut dire même qu'ils l'ont ouverte.

Nous ne pouvons cependant nous empêcher de signaler qu'un ingénieur, aussi distingué que modeste, de notre Corps des mines belge l'avait, plusieurs années auparavant, entrevue. En 1881, M. E. De Jaer, alors chef du 1er arrondissement des mines, et qui fut depuis, pendant un temps très court, Directeur général des mines, se prononçait, dans un rapport qu'il adressait à M. le Ministre des Travaux publics, pour l'ouverture d'un concours et l'attribution d'un prix, à l'inventeur d'une poudre ou substance explosionnant sans flammes, ce qu'il considérait comme nullement irréalisable en raison des phénomènes thermiques qui accompagnent les réactions chimiques.

Quoi qu'il en soit, il n'est pas douteux que les travaux de la Commission française du grisou constituèrent pendant longtemps la doctrine la plus complète sur les explosifs de sûreté. La notion du *retard à l'inflammation* du grisou mise en lumière par MM. Mallard et Le Châtelier fut très féconde en conséquences et permit à la Commission de déterminer une formule précise à laquelle devaient répondre les explosifs pour mériter la qualification d'explosifs de sûreté.

Cependant on n'a pas tardé à reconnaître que cette formule ne suffisait pas pour rendre compte complètement de la manière de se comporter des explosifs vis-à-vis des mélanges inflammables. De nombreuses expériences ont démontré, entre autres choses, que les mêmes explosifs, ayant par conséquent la même température de détonation, qui n'allumaient pas le grisou avec des charges faibles, l'allumaient tous quand on augmentait cette charge

Même l'importance du rôle attribué à la *température de détonation* a été contestée par certains expérimentateurs, qui ont attribué à d'autres facteurs un rôle prépondérant.

Dans une étude que nous avons, en collaboration avec M. l'Ingénieur Denoël, présentée devant le Congrès de

Paris, en 1900, nous avons analysé et discuté les théories en cours et présenté celle qui nous paraissait, dans l'état des connaissances acquises à cette époque, rendre compte le plus complètement possible de la manière de se comporter des explosifs de sûreté.

Notre théorie assignait une grande importance à la notion du *retard à l'inflammation* et nous concluions à la nécessité d'expériences pour la détermination de la *charge limite* de chaque explosif, c'est-à-dire de la charge la plus haute que l'on pourrait faire détoner en présence d'un mélange explosible sans allumer celui-ci, cette *charge limite* devant donner la mesure du degré de sûreté de l'explosif.

On nous permettra de reproduire quelques lignes des conclusions de cette étude :

« La sûreté des explosifs en présence du grisou et des poussières de houille inflammables est, disions-nous, une fonction de l'écart entre la durée du retard à l'inflammation et celle du refroidissement complet des produits de l'explosion.

» Le premier terme dépend à la fois des circonstances extérieures et de la nature de l'explosif, le second dépend de la nature et du poids de l'explosif qui détone.

» Pour un explosif quelconque, la sûreté n'est jamais que relative et ne peut se concevoir qu'en dessous d'une certaine limite de charge.

» Les principales conditions dont dépend la valeur relative des divers explosifs au point de vue de la sécurité sont la température de détonation, la pression initiale et la vitesse de l'explosion. Ces éléments sont caractéristiques pour un explosif donné, supposé de composition chimique homogène et sous un état physique déterminé. De leur combinaison plus ou moins heureuse dépend la grandeur de l'écart entre la durée du retard à l'inflammation et celle de la détente d'un poids donné de l'explosif. Leur influence

sur la grandeur de cet écart est encore imparfaitement définie, ce qui tient à la complexité extrême des phénomènes qui entrent en jeu.

. . . .

» Au point de vue pratique il résulte de l'insuffisance de nos connaissances actuelles qu'on ne peut enserrer dans une formule à la fois simple et exacte les conditions multiples dont dépend la sûreté des explosifs en présence du grisou et des poussières de houille.

» Mais nous possédons le moyen de déterminer expérimentalement la *charge limite* de sécurité qui est l'expression de l'écart entre la durée du retard à l'inflammation et celle de la détente des gaz produits par l'unité de poids de l'explosif. Elle résume à la fois l'influence de la nature physique et chimique de l'explosif et celle de la grandeur de la charge, elle donne par conséquent la plus juste idée du degré de sûreté relative des divers explosifs.

» La charge limite doit être déterminée dans des conditions identiques pour tous les explosifs et se rapprochant autant que possible des conditions les plus dangereuses pouvant se rencontrer en pratique dans les travaux des mines de houille.

» Un explosif de sûreté sera par suite caractérisé par une charge limite suffisamment élevée; rigoureusement, elle devrait être égale au maximum des charges qu'on emploie en pratique avec cet explosif. Ainsi, la sécurité serait garantie, indépendamment de toutes les précautions dont il convient toujours d'entourer l'emploi des explosifs, mais qui peuvent être omises par suite de la négligence des boute-feu. »

La réalisation de cette « détermination » est, clairement indiqué, le but de nos expériences actuelles sur les explosifs.

Les Lampes.

Mais la nécessité de l'installation d'un siège d'expériences se faisait aussi sentir dans un autre ordre d'idées.

Les appareils d'éclairage autorisés pour les mines à grisou étaient explicitement désignés par le règlement de 1884.

Depuis l'élaboration de ce règlement, de nouveaux types de lampes ont été imaginés qui paraissaient présenter des qualités supérieures et dont plusieurs sont déjà en usage dans d'autres pays miniers.

Il importait que notre pays ne restât pas en arrière des autres dans une question qui intéresse la sécurité des ouvriers.

Or, comme l'admission d'autres appareils d'éclairage que ceux prescrits était incompatible avec notre réglementation actuelle, une revision s'imposait.

Mais cette revision ne pouvait se faire sans qu'une expérimentation sérieuse eût démontré la supériorité des nouveaux types et le caractère inoffensif de certaines innovations proposées.

Précisons quelque peu :

La seule lampe autorisée par la réglementation qui nous régit encore, est, à quelques exceptions près, la lampe Mueseler alimentée par l'huile végétale.

Cette lampe était, à l'époque où a été élaboré le règlement, la plus sûre de celles qui existaient. Et certes sa sûreté, dans des courants, même très rapides, chargés de gaz inflammables au plus haut degré d'inflammabilité, est très grande, *si ces courants sont horizontaux.*

Mais il en est tout autrement lorsque l'on a affaire à des courants obliques et verticaux. Il est maintenant reconnu, et nos expériences permettent de vérifier aisément le fait, que, dans de tels courants, la flamme de la lampe Mueseler

passe presque tout de suite dans le tamis supérieur et que, dès lors, si le courant est quelque peu rapide, le passage de la flamme au dehors, c'est-à-dire l'explosion de l'atmosphère ambiante, si celle-ci est grisouteuse, est l'affaire de quelques secondes.

Or, les courants de ce genre sont fréquents dans les travaux de mines. Un courant ascensionnel rapide se produit aussi chaque fois qu'un ouvrier laisse tomber sa lampe; si donc cette chute s'effectue dans une atmosphère inflammable un accident peut se produire.

Il semble d'ailleurs que plusieurs des douloureuses catastrophes survenues dans ces derniers temps peuvent se rapporter à des causes de ce genre :

Telles sont la catastrophe de l'Escouffiaux, en 1887 (35 victimes), celle d'Anderlues, en 1892 (160 victimes) et plus récemment, celle de Crachet-Picquery, en 1898 (16 victimes).

On voit que la question de l'éclairage des mines valait aussi la peine d'être examinée.

Des modifications autres que celles visant la forme même des lampes sont aussi proposées.

Nous citerons l'emploi d'une huile autre que « l'huile végétale pure » imposée par le règlement. Des lampes alimentées par des essences volatiles, notamment par de la *benzine* sont admises depuis longtemps dans les pays étrangers. Or, ces lampes sont notablement plus éclairantes, ce qui est au plus haut point favorable à la sécurité dans les mines, où de nombreux accidents pourraient être évités par un meilleur éclairage. Il importait de rechercher si l'emploi des essences volatiles ne présente pas de dangers spéciaux, et c'est ce que nous avons fait.

Il y a aussi le *rallumage intérieur*, sans ouverture de la lampe, que le règlement de 1884 n'a pas prévu et ne pouvait prévoir puisque des appareils pratiques permettant

ce rallumage n'existaient pas ou existaient depuis peu à cette époque.

Ce mode de rallumage a l'immense avantage d'écarter de l'esprit de l'ouvrier toute tentation d'ouvrir sa lampe quand elle est éteinte, et de la rallumer au moyen d'une flamme découverte. Il permet aussi, en cas d'accident, à l'ouvrier resté sain et sauf mais généralement privé de lumière par le fait de l'accident lui-même, d'accomplir sa retraite dans de meilleures conditions et de gagner un endroit sûr, guidé par la lumière qu'il a pu ainsi se procurer de nouveau.

Mais ce rallumage ne constitue-t-il pas par lui-même un danger spécial? C'est ce que nos appareils nous ont permis d'expérimenter.

La nécessité d'une double installation d'expériences, tant pour les explosifs que pour les appareils d'éclairage, étant reconnue, une difficulté surgissait qui empêchait d'établir cette installation n'importe où. Il importait en effet, et nous avons toujours soutenu cette opinion, que ces expériences pussent être effectuées, non avec du gaz d'éclairage comme on l'avait souvent fait précédemment, ni avec tout autre gaz artificiel comme on l'a fait aussi, mais avec du vrai grisou, du vrai gaz des mines, de ce gaz même qui occasionne les dangers que l'on veut combattre.

Pour les expériences sur les explosifs, la question est tout particulièrement importante, car, si bien d'autres gaz sont explosibles, ils n'ont pas, au même degré que le grisou, cette propriété qui joue un rôle si important dans la théorie des explosifs de sûreté, le retard à l'inflammation.

La difficulté était de se procurer ce gaz dans de bonnes conditions de pureté et en assez grande abondance pour que les expériences, parfois nécessairement prolongées, pussent être effectuées.

L'obligeante intervention de la Compagnie de Charbonnages belges qui a le privilège, peu envié, de posséder les mines les plus grisouteuses du monde entier, a écarté cette difficulté. Cette Société s'est prêtée bien volontiers, dans l'intérêt des ouvriers mineurs, à ce que ces expériences que l'État belge avait décidé d'entreprendre se fissent chez elle et elle mit à notre libre disposition des terrains ainsi que des réservoirs souterrains importants et pour ainsi dire inépuisables du dangereux gaz [1]. C'est dans ces réservoirs que nous puisons le grisou, après l'avoir capté par des travaux appropriés.

II. — **Mode d'expérimentation.**

Les Explosifs.

D'après ce que nous avons dit plus haut, il s'agit de déterminer la *charge limite* des explosifs dans les conditions les plus dangereuses qui puissent se rencontrer dans la pratique des mines.

Pour cela nous faisons détoner, en présence d'une atmosphère grisouteuse portée au maximum d'explosibilité, des charges croissantes d'explosifs, introduites dans un fourneau de mine non bourré et dont les parois sont assez résistantes pour que toujours la mine *fasse canon*, c'est-à-dire dégorge ses flammes dans l'atmosphère sans briser ses parois.

L'atmosphère dans laquelle nous opérons est chargée de 7 1/2 à 8 p. c. de grisou pur. Nous n'y ajoutons pas de poussières, la présence de celles-ci dans une atmosphère aussi chargée de grisou n'augmenterait pas la sensibilité à

(1) Ajoutons que l'aide intelligente de la Direction et du personnel de cette Société nous a été et nous est encore d'un grand secours dans la réalisation de l'installation et dans l'accomplissement des expériences. V. W.

l'explosion, surtout en présence d'explosifs à flammes courtes et rapides, les seuls qu'il soit intéressant d'étudier.

Cette atmosphère est produite dans une galerie ayant, en section, les dimensions d'une vraie galerie de mine, ceci pour nous rapprocher des conditions de la pratique, la section de la galerie pouvant avoir une influence sur la manière de se comporter des explosifs qui y détonent.

Le fourneau de mine est creusé dans un bloc d'acier très solide pouvant résister à toutes les charges; on sait que les mines qui « débourrent » sans briser leurs parois, ou qui « font canon » selon l'expression employée dans notre pays, sont incomparablement les plus dangereuses.

L'émission des flammes étant maximum quand les mines sont peu bourrées, nous ne faisons pas de bourrage du tout. Disons de suite que cette dernière condition constitue une exagération; en effet, il n'est pas d'usage que l'on tire les mines sans les avoir au préalable recouvertes d'un bourrage plus ou moins long et plus ou moins tassé, et il est démontré que la présence du bourrage exerce sur la sécurité une influence favorable importante. Il y aura donc lieu, dans l'avenir, après que notre première série d'essais aura été faite, de déterminer avec précision l'influence du bourrage afin de rendre les résultats de nos expériences plus directement applicables.

D'autres conditions de nos expériences sont aussi quelque peu différentes de celles de la pratique et ces différences exercent des influences en sens divers au point de vue de la sécurité. Telle la nature de la paroi du fourneau de mine : La paroi métallique de notre canon d'acier a certes une conductibilité plus grande que la paroi rocheuse d'un vrai trou de mine, d'où une diminution plus rapide de la chaleur dégagée.

Il y a aussi le diamètre du trou de mine qui, dans la pratique, s'établit suivant le diamètre des cartouches

employées, tandis que le diamètre nécessairement invariable de notre fourneau est presque toujours bien supérieur à celui des cartouches.

Nous croyons pouvoir, dans l'avenir, écarter ces différences et d'autres encore et nous rapprocher presque complètement des conditions réelles des travaux miniers, mais auparavant nos essais doivent être poursuivis tels que nous les effectuons aujourd'hui, de façon à obtenir des résultats comparables avec les divers explosifs que nous devons expérimenter.

Ces quelques observations font cependant déjà pressentir que la série de nos essais n'est pas épuisée et que notre mission est loin d'être terminée. D'ailleurs d'autres expériences pourront aussi devoir être faites pour pénétrer plus profondément dans la théorie des explosifs de sûreté et pour déterminer séparément les divers facteurs qui influent sur la sûreté des explosifs, facteurs dont la charge limite donne la résultante totale, tels la vitesse initiale, la pression, la chaleur totale dégagée, la longueur et la durée des flammes, etc. Dans notre dernier travail sur les explosifs (*Annales des Mines de Belgique*, t. VII, 4me liv.) nous signalions d'ingénieux appareils dûs à M. Bichel, Directeur de la *Sprengstoff A. G. Carbonit* d'Hambourg, et qui permettent plusieurs de ces déterminations; leur emploi pourra donner lieu à d'intéressantes études.

Mais il est un élément dont la détermination s'impose immédiatement et doit nécessairement accompagner celle de la charge limite : c'est la puissance de l'explosif. Il ne suffit pas, en effet, que l'explosif soit de sûreté, il faut encore qu'il soit assez puissant pour faire éclater les roches. Cette puissance est en réalité un élément de la sûreté : En effet, si le degré de sûreté d'un explosif ne peut être obtenu qu'en en réduisant proportionnellement la force, on sera obligé, pour obtenir l'effet voulu, d'employer des

charges plus fortes et l'on tournera dans un cercle vicieux; il va de soi qu'un explosif qui aurait, par exemple, une charge limite de 400 grammes, mais qui aurait faible puissance, n'aurait aucune supériorité sur un autre explosif dont la charge limite serait de 200 grammes seulement, mais dont la force serait double.

La puissance de l'explosif se mesure par l'élargissement de la cavité intérieure d'une bombe en plomb sous l'action d'une faible charge.

Quoi que l'on ait pu reprocher à cette méthode bien connue, c'est, de toutes celles employées dans les expériences de l'espèce, celle qui nous paraît la plus recommandable, comme étant celle où l'explosif donne le mieux la mesure de son travail pratique, et, si elle est pratiquée avec soin, avec bon bourrage et avec charges calculées pour obtenir un même élargissement, nous croyons qu'elle fournit d'utiles indications.

Ayant déterminé, pour chaque explosif considéré, la charge limite et la puissance, nous serons à même d'établir un classement et d'indiquer ceux qu'il y a lieu d'employer de préférence aux autres dans les mines grisouteuses.

—

Il est une observation que nous avons faite maintes fois à propos des explosifs de sûreté, et que nous croyons devoir répéter ici pour éviter tout malentendu. Si haut qu'un explosif puisse être classé dans l'échelle des explosifs de sûreté, on devra néanmoins toujours, dans la pratique, le considérer comme un auxiliaire dangereux et n'en faire usage que s'il est bien constaté que le milieu où se trouve la mine qu'il s'agit de tirer ne présente aucun danger d'explosion. La sûreté des explosifs est, en effet, toujours aléatoire si même la charge limite est supérieure à celle que l'on emploie, car une fabrication, même soignée,

n'est jamais complètement à l'abri de toute négligence, et de faibles différences de composition, d'homogénéité, de consistance, de granulation, etc., peuvent toujours se produire et exercer une influence sensible sur le degré de sûreté de l'explosif. Nous l'avons dit souvent et nous le disons encore : On a fait incomparablement plus pour la sécurité des mines lorsque l'on est parvenu à faire éclater les roches sans le secours des explosifs que lorsqu'on a employé le meilleur explosif de sûreté.

Les Lampes.

Rappelons que, dans un air au repos, la lampe la plus simple, la lampe Davy, donne pleine sécurité si sa toile métallique est en bon état.

Il en est autrement dans des courants, et plus ces courants sont rapides, plus la lampe est exposée à enflammer l'atmosphère environnante. Pour certaines lampes, ces courants sont surtout dangereux quand ils ont des directions verticales ou inclinées, soit ascensionnelles, soit descendantes.

Pour expérimenter le degré de sûreté des lampes, nous les plaçons dans une galerie où passe un courant d'air chargé de grisou au maximum d'explosibilité, dont nous faisons varier la vitesse jusqu'à dépasser les vitesses les plus grandes que l'on puisse rencontrer dans les mines. Nous les soumettons aussi à des courants inclinés ou verticaux. L'expérience est prolongée assez longtemps pour qu'il y ait certitude que l'explosion ne se produira pas ; la persistance d'un degré déterminé de rougissement de la toile est un indice qu'il n'y aura pas d'explosion.

L'influence de la nature de l'huile se détermine en soumettant comparativement aux mêmes épreuves des lampes de même type alimentées par des huiles différentes.

Pour expérimenter le danger du rallumage intérieur, nous avons cherché à nous placer dans les conditions extrêmes de danger qui peuvent se rencontrer dans la pratique; tel serait le cas d'une lampe éteinte dans le grisou après s'être trouvée dans des conditions telles que la toile aurait fortement rougi et que l'ouvrier, inconscient du danger, rallumerait de suite en plein grisou et sans attendre que la toile ait cessé d'être rouge. Nous reproduisons aisément ces conditions dans notre galerie d'essai : la lampe est amenée à un degré voisin de l'explosion; nous éteignons la flamme du grisou en supprimant brusquement l'arrivée du gaz, puis, rétablissant immédiatement après le courant normal, nous faisons fonctionner le rallumeur tant que la toile est encore rouge.

Pour écarter l'objection que l'atmosphère des mines profondes est sensiblement plus dense que celle de notre appareil, celle-ci étant quelque peu dilatée par l'aspirateur, tandis que celle là a, par le fait de la profondeur, une surpression qui, pour 1,500 mètres, atteint environ 2 mètres d'eau, nous faisons aussi l'expérience du rallumage dans un petit appareil imaginé par notre collaborateur M. l'Ingénieur principal Stassart, où l'atmosphère grisouteuse est amenée au degré voulu de surpression.

Nous pouvons dès à présent dire qu'avec certains systèmes de rallumeurs, nos essais les plus outranciers n'ont révélé aucun passage de la flamme à travers la toile par le fait du rallumage.

Nous dirons aussi de suite que nos expériences comparatives sur des lampes alimentées par des huiles différentes n'ont pas montré que les huiles minérales présentassent un danger sensiblement plus grand que les huiles végétales les plus pures.

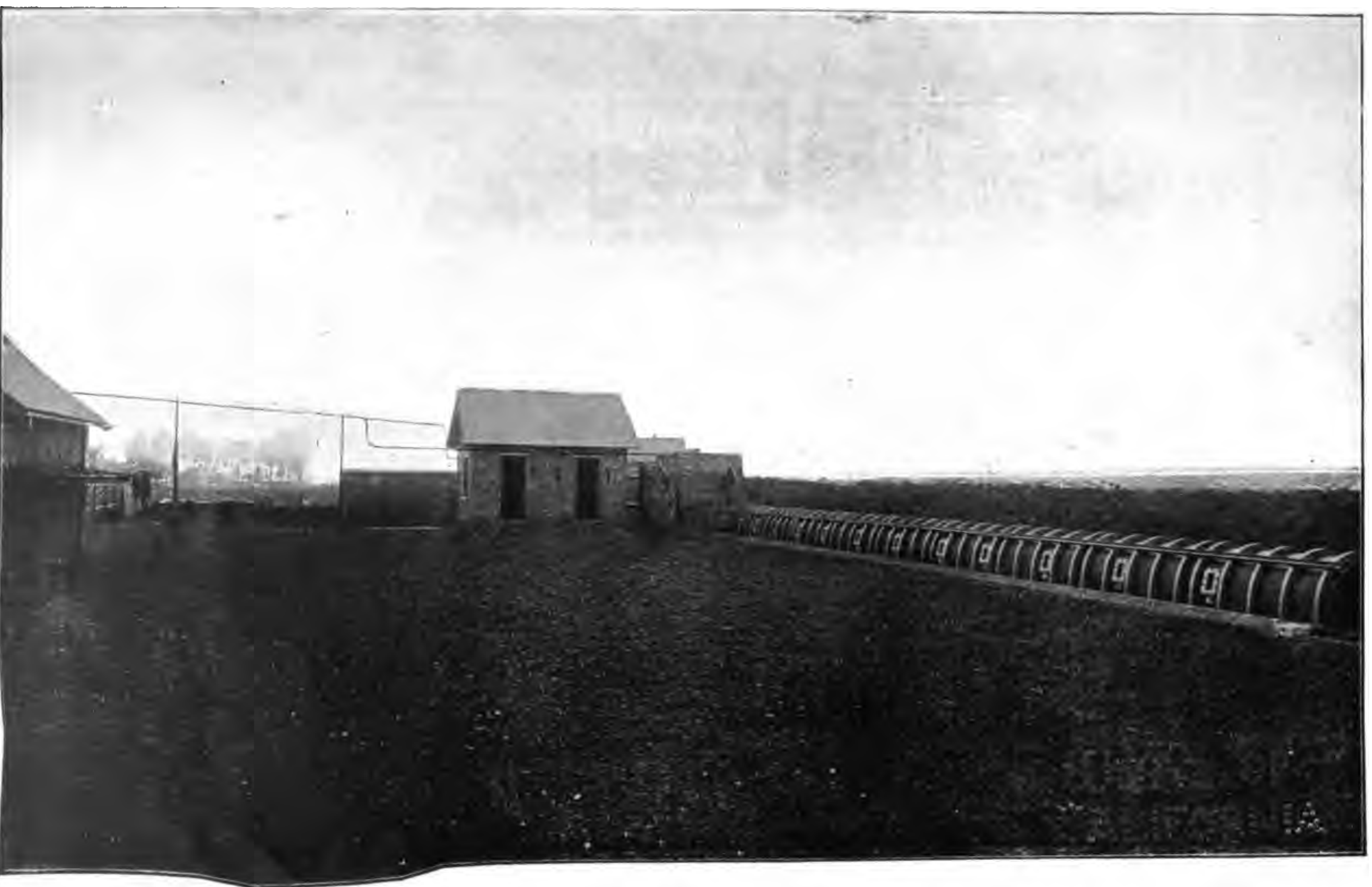


Fig. 1. — Galerie d'essai des explosifs.

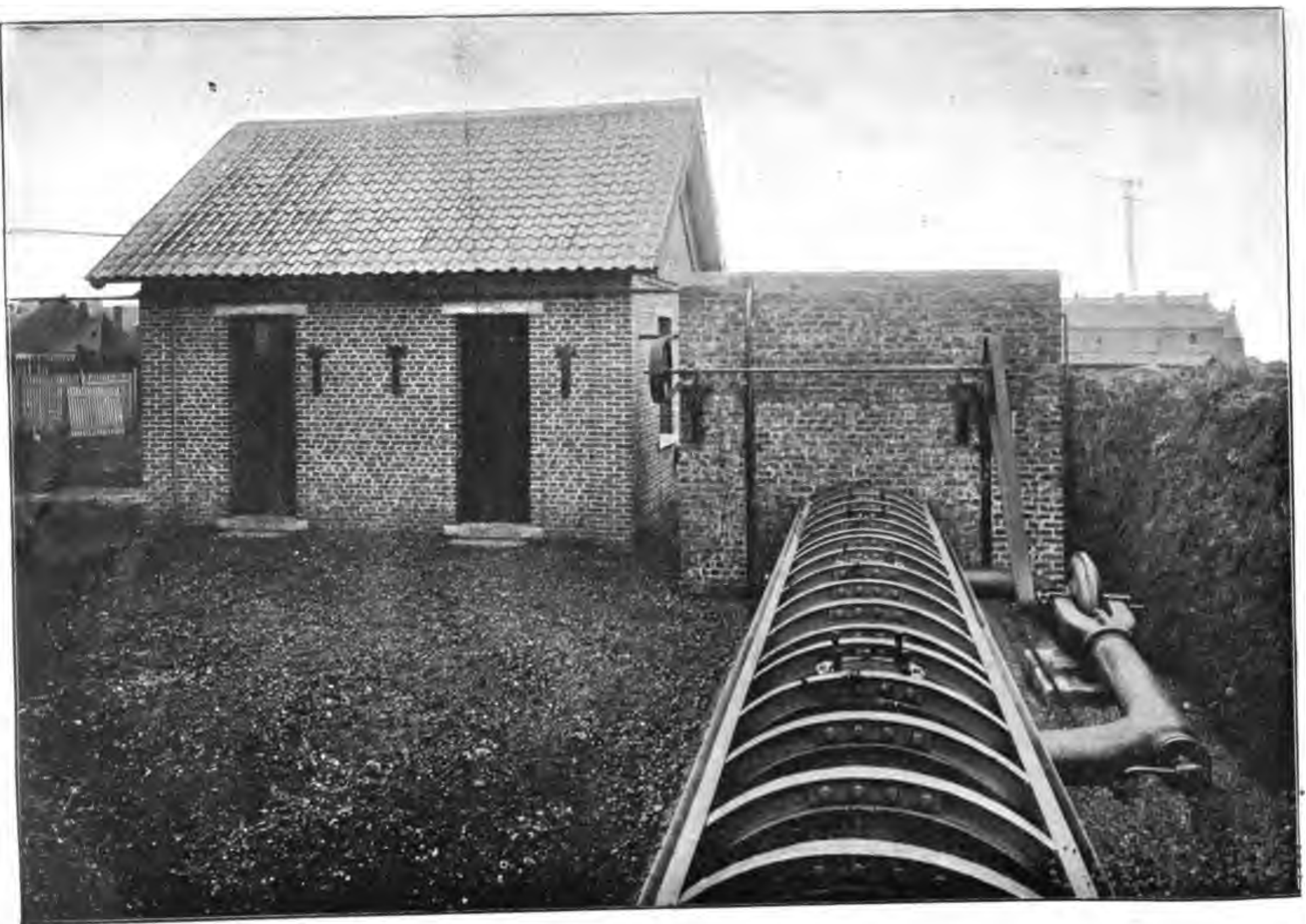
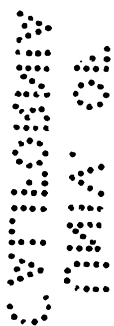


Fig. 2. — Galerie d'essai des explosifs et ventilateur mélangeur.



III. — Disposition des appareils.

La description complète de notre installation a été donnée, avec vues et plans à l'appui, dans notre travail paru fin 1902 dans les *Annales des Mines de Belgique* sur l' « Emploi des Explosifs dans les mines de houille de Belgique en 1901 ». Nous n'en rappellerons ici que les traits principaux.

Les Explosifs.

La galerie, en bois, cerclée de fer, a une longueur de 30 mètres et une section elliptique de $1^{m}85$ de hauteur sur $1^{m}40$ de largeur (fig. 1).

Elle est ouverte à une extrémité, tandis que, de l'autre, elle est appuyée sur un massif en maçonnerie dans lequel est encastré le bloc d'acier percé d'un trou qui représente le fourneau de mine. Les cinq premiers mètres de la galerie, les plus rapprochés du massif, peuvent être isolés du reste et former un espace hermétiquement clos qui est la chambre d'explosion; celle-ci a donc sensiblement 10 mètres cubes de capacité. C'est dans cette chambre que nous amenons la proportion voulue du grisou, proportion que nous mesurons avec un compteur d'usine à gaz.

Il s'agit de mélanger intimement ce grisou avec l'air qui remplissait la chambre. Pour réaliser ce mélange : tout d'abord nous amenons le grisou au bas de la galerie par un long tube horizontal percé, dans sa paroi inférieure, de trous étroits et nombreux, de diamètre croissant en s'éloignant du point d'arrivée; ensuite, et surtout, nous mettons la chambre d'explosion en communication par ses deux extrémités avec une petite galerie extérieure munie d'un ventilateur que nous maintenons en rotation rapide pendant tout le temps de l'introduction du grisou (fig. 2); l'entièreté de l'atmosphère de la chambre passe ainsi plusieurs fois dans le ventilateur; d'où résulte un brassage énergique du gaz.

Nous avons pu constater, par des analyses de l'air de la galerie, recueilli en divers points de celle-ci, que l'homogénéité est pratiquement absolue.

Ces analyses, que nous renouvelons au début de chaque série d'essais, nous permettent aussi de contrôler la teneur en grisou pur de la galerie, teneur qui pourrait varier si la composition de notre grisou naturel venait à se modifier, ce qui arrive d'ailleurs rarement.

L'isolement de la capacité de 10 mètres cubes s'obtient simplement au moyen d'un disque en papier, pincé, sur le pourtour, dans un cadre en fer qui a les dimensions et la forme du périmètre intérieur de la galerie.

C'est également au moyen de disques en papier que nous fermons les orifices de sûreté aménagés de distance en distance au-dessus de la galerie. Ces disques remplacent avec avantage les lourdes soupapes dont on se servait primitivement et qui bien souvent étaient, malgré les fortes chaînes qui les retenaient, lancées au loin par l'explosion, au grand danger du voisinage.

Le tir des mines se fait du local d'observation au moyen de connexions électriques.

Des regards vitrés ménagés de distance en distance permettent d'observer aisément les phénomènes lumineux qui se passent à l'intérieur de la galerie.

L'expulsion, après chaque expérience, des fumées et des gaz est activée par un ventilateur aspirateur installé dans un bâtiment spécial et mis facultativement en communication avec le fond de la chambre d'explosion par un large tuyau traversant le massif de maçonnerie. Cette expulsion nécessite 4 à 6 minutes.

Les bombes de plomb dont nous nous servons actuellement pour mesurer la puissance des explosifs ont $0^{m}20$ de hauteur et $0^{m}20$ de diamètre. Le fourneau a $0^{m}120$ de longueur et $0^{m}025$ de diamètre.

L'élargissement uniforme dont nous avons parlé plus haut et que nous cherchons à obtenir par des charges variables des divers explosifs étudiés est celui produit par 10 grammes de dynamite-Guhr à 75 °/₀ de nitroglycerine.

L'explosion est provoquée par un détonateur n° 8 (2 gr.); 15 centimètres cubes de sable sont versés sur la charge, et l'on bourre avec de l'argile. Après quoi on cale solidement par un étrier et des coins.

Comme nous l'avons dit plus haut, la galerie doit servir dans l'avenir à d'autres expériences qu'à l'essai des explosifs de sûreté, d'où sa grande longueur qui pourra être portée à 100 mètres et même être augmentée encore par des ramifications; nous aurons ainsi sous les yeux une sorte de mine artificielle dans laquelle nous pourrons étudier les différents phénomènes qui se passent lors des explosions, notamment le rôle des poussières charbonneuses.

Les Lampes.

L'appareil pour l'essai des lampes consiste aussi en une galerie, mais celle-ci n'a que la section suffisante pour que les lampes puissent y être disposées commodément ($0^m31 \times 0^m14$); la lampe n'étant influencée que par les filets gazeux qui passent sur elle, une plus grande section serait inutile et aurait le grave inconvénient d'exiger une consommation énorme de grisou.

Il s'agit de produire, dans cette galerie, des courants d'une vitesse déterminée et ayant une teneur en grisou également déterminée. Tout cela s'obtient au moyen de dépressions produites à une extrémité de la galerie, tandis que l'entrée de l'air et du grisou se fait à l'autre extrémité.

La dépression est provoquée par un Koerting à vapeur dans lequel s'engage l'une des extrémités du chenal d'expérience. L'autre extrémité n'est pas tout-à-fait libre;

elle est fermée par un diaphragme percé de trous constituant des orifices à mince parois et que l'on fait plus ou moins grands suivant que l'on désire que l'afflux d'air soit plus ou moins abondant pour une aspiration donnée du Koerting.

Le grisou est amené dans la galerie à peu de distance de l'orifice d'entrée d'air; mais avant d'arriver là, il a passé aussi par un orifice à mince paroi, réglable à volonté suivant que l'on veut obtenir une arrivée relative de gaz plus ou moins grande.

Les traversées respectives de l'air et du grisou à travers ces orifices correspondent à deux dépressions différentes causées par le même aspirateur; ce sont ces dépressions que l'on fait varier en agissant sur la soupape du Koerting ou sur la soupape d'entrée du gaz.

Ces dépressions sont mesurées par des manomètres Schondorf que l'on règle d'avance à la dépression voulue et dont on ramène le niveau normal.

A chaque paire de dépressions correspond une vitesse de courant et une proportion de grisou. Un double tableau, obtenu par une longue série d'expériences préalables de tarage, se trouve sous les yeux de l'opérateur et indique les dépressions qu'il faut provoquer pour obtenir tel ou tel courant (depuis $0^{m}50$ jusque 20 mètres par seconde) avec telle ou telle teneur en grisou (depuis 4 °/₀ jusque 14 °/₀ de CH^4).

Il va de soi que le tarage n'est valable que pour un gaz contenant une proportion déterminée de grisou pur ou de formène; il faut un nouveau tarage chaque fois que la composition du grisou naturel se modifie.

Pour obtenir le mélange intime du grisou et de l'air, nous amenons le grisou dans la galerie par l'intermédiaire d'une boîte mélangeuse qui consiste en un faisceau de 36 tubes dont chacun est percé, sur son pourtour, de 12

ouvertures étroites disposées en spirales. L'air passe par l'intérieur de ces tubes et le grisou pénètre par les petites ouvertures. Ce gaz se met donc ainsi en contact avec l'air en mouvement par $36 \times 12 = 432$ filets minces, et, grâce en outre aux remous qui se produisent à la sortie de la boîte, le mélange est devenu très intime sans qu'un autre brassage soit nécessaire.

La galerie contient des parties verticales et inclinées; des clapets spéciaux placés à l'intérieur permettent de créer à volonté des courants horizontaux et des courants inclinés ou verticaux.

L'appareil pour l'essai des rallumeurs dans une atmosphère sous pression consiste dans une boîte en tôle dans laquelle l'air est refoulé par un piston d'eau qu'actionne la conduite d'eau sous pression du charbonnage. Le grisou est jaugé par son passage à travers un compteur. Un petit ventilateur à ailettes permet de faire le mélange. La pression se lit sur un manomètre à eau.

L'extrait suivant d'une conférence que nous avons donnée en août dernier, conjointement avec M. Stassart, à l'*Association des Ingénieurs sortis de l'Ecole de Liège* et dont le résumé a été publié par la *Revue Universelle des Mines,* tome IV, 4e série, précise le but et la disposition de cet appareil qui n'était pas encore construit lorsque nous avons publié dans les *Annales des Mines de Belgique* la description du siège d'expériences.

« On sait, écrit M. Stassart, que la pression de l'atmosphère des exploitations souterraines est plus grande que celle règnant à la surface et que cette augmentation grandit avec la profondeur.

» J'ai mesuré cet accroissement dans différents charbonnages profonds :

à 1150 mètres au n° 18 des Produits;
à 1000 mètres au n° 10 de l'Agrappe;
à 940 mètres au puits St-André du Poirier.

» Différentes causes, outre le poids de l'air, interviennent pour fixer cette valeur, telles que : la température, le degré hygrométrique, la chute de pression correspondant aux résistances. Néanmoins, on peut adopter, pour les charbonnages belges, une valeur moyenne qui serait de 118 millimètres d'eau par 100 mètres. A 1500 mètres, on aurait donc une surpression de $1^{m}800$.

» Dans ces conditions, on était autorisé à se demander si une lampe, trouvée de sécurité au point de vue du rallumage, dans des essais exécutés au jour, le serait encore au fond. En effet, dans ce dernier cas, le poids de grisou explosionnant est plus grand, vis-à-vis d'une même surface de toile refroidissante.

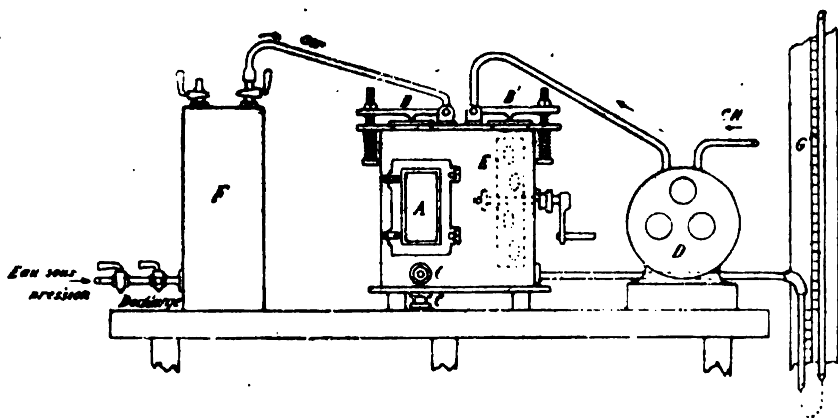


Fig. 3.

» Pour élucider ce point, j'ai employé le petit appareil (fig. 3) qui sert à essayer le rallumage sous pression. Il se compose d'une caisse étanche en fer de 0.40 × 0.40 × 0.40, munie de deux fenêtres *A* et de quatre soupapes de sûreté *B'*, chargées par des ressorts. La tige manœuvrant le rallumeur passe dans une boîte à bourrage *C*.

» Cette caisse est reliée au gazomètre; un compteur *D*, intercalé sur la conduite, permet de jauger le grisou introduit; une roue à palettes *E* effectue le mélange.

» La caisse peut être mise en communication d'autre part avec un réservoir *F* contenant de l'air. Cet air est chassé, en telle quantité qu'on désire, dans la caisse, sous l'effet de l'eau sous pression prise sur une conduite d'alimentation du charbonnage. On peut ainsi établir telle pression que l'on veut. Un manomètre à eau *G*, de 2 mètres de hauteur, sert à mesurer celle-ci.

» Enfin, des becs Bunsen, alimentés par le grisou, servent à élever la température de l'enceinte à 40°. »

Appareils pour l'arrivée du grisou et autres installations.

Le grisou provient de vastes travaux pratiqués de 1878 à 1892, par le puits n° 3, vers les profondeurs de 600 et 700 mètres. Un serrement isole ces travaux, et le gaz qui s'en dégage est recueilli et amené à la surface par une conduite de 51 millimètres de diamètre et de 1,000 mètres de longueur. La quantité dégagée par jour est de 400 mètres cubes environ. La teneur en CH^4 de ce gaz est d'environ 80 °/₀; celle en CO^2, de 2 1/2 °/₀.

Le grisou est amené dans un gazomètre de 150 mètres cubes de capacité.

Pour le cas où le gaz n'arriverait pas avec une pression suffisante, nous avons installé un aspirateur à vapeur suivi d'un condensateur.

Il y a aussi un épurateur à chaux pour retenir l'excès d'acide carbonique.

Près de la cloche à gaz se trouve une petite galerie tubulaire destinée au *tarage des anémomètres* qui servent à la mesure des courants d'air dans les mines; ces instru-

ments doivent en effet, pour donner des indications exactes, être tarés très minutieusement et l'être de nouveau chaque fois que des réparations ont été effectuées ou que, par suite de l'usage, leur état s'est modifié. Cette installation supplémentaire, suggérée par M. le Directeur général des mines J. De Jaer, est destinée à rendre de grands services.

Voici, extraite de la conférence prérappelée, la description de notre station de tarage des anémomètres :

« Le manège est l'appareil habituellement employé pour tarer les anémomètres.

» Il présente cependant des causes d'erreur résultant de la mise en mouvement de l'air ambiant sous l'action même de l'appareil (*Mitwind*) et de la trajectoire curviligne de l'anémomètre.

» M. Althans a employé, pour la première fois, la méthode du gazomètre à l'usine à gaz de Breslau. Ces expériences n'ont pas été renouvelées, à notre connaissance, par suite de la nécessité coûteuse de disposer d'un gazomètre.

» Dans le cas présent, le gazomètre était imposé pour les besoins du laboratoire; nous n'avons pas hésité à l'utiliser pour le tarage des anémomètres.

» L'anémomètre à tarer est placé dans une conduite de $0^{m}25$ de diamètre en relation avec le gazomètre.

» Il suffit de manœuvrer une vanne, pour obtenir tel débit, et partant telle vitesse, qu'on désire.

» Le déclanchement du compteur est effectué par une tige manœuvrée de l'extérieur; une fenêtre permet d'observer les indications du cadran.

» Le volume sorti du gazomètre dans un temps donné est proportionnel à la chute de la cloche. Celle-ci est mesurée par un index dépendant de la cloche et se déplaçant le long d'une règle graduée.

» Pour tenir compte de l'obliquité de la cloche sous



Fig. 4. — Gazomètre, épurateur, condenseur et tuyaux de conduite.

l'action du vent, ce dispositif de mesure est dédoublé. La densité de l'air est plus grande dans le gazomètre que dans la section où se trouve l'anémomètre ; des mesures manométriques donnent les éléments de la correction.

» Le tarage par le gazomètre nécessite un temps assez long; il servira uniquement à former des anémomètres étalons. Ceux-ci serviront ensuite à tarer les anémomètres des industriels et de l'Administration des mines. »

Un *banc photométrique* pour la mesure des pouvoirs lumineux des lampes, et des *appareils d'analyses* pour le grisou complètent le siège d'expériences.

—

Pour l'installation de tous ces appareils et pour le choix des méthodes d'expérimentation, nous nous sommes inspirés de ce qui avait été fait avant nous à l'étranger, notamment en Allemagne où l'on procède, depuis assez longtemps déjà, dans d'excellentes conditions, à des expériences de ce genre. Nous avons peu innové, nous contentant, comme étant les derniers venus, d'introduire ça et là quelques améliorations qui nous ont été suggérées par l'expérience des autres.

IV. — **Résultats obtenus**.

La méthode expérimentale, pour la solution des problèmes relatifs aux explosifs de sûreté notamment, est, avons-nous dit, la seule méthode possible.

Mais, pour que l'on puisse en considérer les résultats comme des faits établis et en tirer des conclusions certaines, elle doit être poursuivie pendant un temps très long et les essais doivent être maintes fois répétés pour rencontrer les multiples conditions de la pratique et écarter les causes

pertubatrices qui résultent des imperfections inévitables des procédés même le plus minutieusement appliqués.

Si, en outre de ces considérations, nous nous remémorons celles exposées plus haut, nous arrivons à la conclusion que des résultats définitifs sont encore loin d'être obtenus. Ils ne le seront même jamais au sens absolu du mot *définitif*, car la question du grisou et des explosifs n'est pas de celles qui peuvent être entièrement résolues; c'est par étapes successives que l'on arrivera à une situation meilleure, sans que la solution doive jamais être considérée comme « définitive ».

Notre siège d'expériences a devant lui un programme très vaste de problèmes dont nous avons projeté l'étude et dont nous avons abordé tout d'abord les plus urgents.

Il aura aussi une mission de vérification et de contrôle, tel le contrôle des explosifs livrés à la consommation et dont il importera de vérifier périodiquement la composition et le degré de sûreté. On peut donc le considérer, en quelque sorte, comme une installation permanente.

Nous dirons cependant que, dès aujourd'hui, des résultats, importants pour la pratique minière et pour la sécurité des ouvriers, ont été obtenus :

Sous le rapport des explosifs, nous nous sommes imposé tout d'abord pour objet de soumettre au contrôle de l'expérience les explosifs admis comme explosifs de sûreté dans une liste provisoire que nous avions, avec M. l'Ingénieur Denoël, dressée, en partie d'après des considérations théoriques, en partie d'après des expériences faites à l'étranger, et qui avait été publiée dans les *Annales des Mines de Belgique*.

Les réserves que nous avions faites, en publiant cette liste alors que nous n'avions pas à notre disposition les moyens d'expérimentation que nous préconisions et qui seuls' écrivions-nous, devaient nous permettre de nous prononcer

en connaissance de cause, se sont trouvées justifiées. Certains explosifs auxquels, d'après les idées reçues, on attribuait un assez haut degré de sûreté, ont été démontrés être indignes de figurer sur cette liste. D'autres, conçus d'après d'autres principes, se sont mieux comportés.

Il est arrivé alors que les fabricants d'explosifs, instruits de l'insuccès de certains de leurs produits, ont abandonné la fabrication de ceux-ci et sont entrés, guidés par nos expériences, dans des voies nouvelles qui paraissent devoir être fécondes ; et dès à présent de nouveaux produits, supérieurs en sûreté aux anciens, sont introduits dans l'industrie minière, tandis que les plus défectueux ont déjà disparu.

Bien donc que rien de définitif, susceptible d'être publié, ne soit encore acquis sur l'importante question des explosifs, non seulement des solutions sont entrevues, mais des résultats réels et profitables à la sécurité des ouvriers ont déjà été obtenus à la suite de nos expériences.

Quant aux lampes de sûreté, où la question est moins complexe, des essais concluants nous ont déjà permis d'élaborer et de dresser un avant-projet complet de règlement nouveau pour l'éclairage des mines à grisou, règlement qui sera ainsi en harmonie avec les progrès les plus récents accomplis dans cette branche de l'art des mines.

Ajoutons que les expériences publiques déjà nombreuses que nous avons faites devant beaucoup d'Associations techniques, devant les Directeurs des charbonnages et devant de nombreux porions, maîtres-ouvriers et ouvriers, ont vulgarisé certaines idées de sécurité qui n'étaient jusqu'ici familières qu'aux spécialistes, et ont aussi dissipé maints préjugés, écartant ainsi des entraves sérieuses au progrès.